



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 48 627.1

Anmeldetag: 18. Oktober 2002

Anmelder/Inhaber: Robert Bosch GmbH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine,
Brennkraftmaschine sowie Steuergerät hierfür

IPC: F 02 D 41/22

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 26. August 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Strenne

5 14.10.2002
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine,
Brennkraftmaschine sowie Steuergerät hierfür

15 Stand der Technik

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betreiben einer Brennkraftmaschine, bei dem von einem
ersten Diagnosesystem der Brennkraftmaschine ein Fehler
20 eines Drucksystems mit einem Drucksensor, insbesondere
eines Hochdruck-Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine
festgestellt wird.

Die vorliegende Erfindung betrifft ferner eine
Brennkraftmaschine, bei der von einem ersten Diagnosesystem
25 der Brennkraftmaschine ein Fehler eines Drucksystems mit
einem Drucksensor, insbesondere eines Hochdruck-
Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine festgestellt
wird, sowie ein Steuergerät hierfür. Schließlich betrifft
die vorliegende Erfindung auch ein Computerprogramm für ein
30 Steuergerät einer Brennkraftmaschine.

Derartige Betriebsverfahren aus dem Stand der Technik
liefern unzureichende Informationen über einen Fehler
innerhalb des Drucksystems und erlauben darüber hinaus nur
ein geringes Maß an Plausibilitätsbetrachtungen.

Demgemäß ist es Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Betriebsverfahren der eingangs genannten Art sowie eine Brennkraftmaschine und ein Steuergerät hierfür dahingehend zu verbessern, dass eine aussagekräftigere und
5 zuverlässigere Diagnose des Drucksystems möglich ist.

Diese Aufgabe wird bei einem gattungsgemäßen Betriebsverfahren erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass infolge eines durch das erste Diagnosesystem festgestellten Drucksystemfehlers mindestens ein weiteres Diagnosesystem
10 der Brennkraftmaschine auf einen zweiten Fehler überprüft wird. Durch die Betrachtung eines möglicherweise auftretenden zweiten Fehlers kann eine genauere Analyse eines Fehlerzustands durchgeführt werden. Darüber hinaus ist auch eine Plausibilisierung aufgetretener Fehler
15 möglich, wenn z.B. vom zweiten Diagnosesystem überwachte Größen der Brennkraftmaschine mit Größen des Drucksystems korreliert sind, die durch das erste Diagnosesystem überwacht werden.

Gemäß einer ganz besonders vorteilhaften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist das weitere Diagnosesystem ein Diagnosesystem eines Gemischreglers der Brennkraftmaschine und der zweite Fehler ein
20 Gemischreglerfehler. Der Gemischregler kontrolliert die Bildung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches für die Brennkraftmaschine und erfasst beispielsweise auch einen
25 Lambda-Wert, d.h. das Luft-Kraftstoff-Massenverhältnis, das im Abgastrakt der Brennkraftmaschine herrscht. Mithilfe des Lambda-Wertes bzw. durch die Auswertung eines Fehler bei dem Gemischregler wie z.B. bei einem stark von einem
30 Lambda-Sollwert abweichenden Lambda-Istwert, kann ein in dem Drucksystem der Brennkraftmaschine festgestellter Fehler eingegrenzt oder auch plausibilisiert werden.

Bei einer weiteren Verfahrensvariante der vorliegenden Erfindung ist vorgesehen, dass bei einem Drucksystemfehler und gleichzeitiger Abwesenheit des zweiten Fehlers nicht auf einen Drucksensorfehler geschlossen wird. Ein Fehler des Drucksensors ruft üblicherweise falsche Druckmesswerte hervor, die z.B. im Gemischregler verarbeitet werden und dort zu einem Fehler bei der Gemischbildung führen, wodurch der zweite Fehler, nämlich ein Gemischreglerfehler, entsteht. Bleibt ein solcher Gemischreglerfehler bzw. zweiter Fehler trotz vorliegendem Drucksystemfehler aus, ist die Wahrscheinlichkeit für einen Drucksensorfehler sehr gering.

Bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird bei einem Drucksystemfehler und gleichzeitiger Anwesenheit des zweiten Fehlers, z.B. des Gemischreglerfehlers, auf einen Drucksensorfehler geschlossen.

Ganz besonders vorteilhaft ist eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens, bei dem eine mit dem zweiten Fehler korrespondierende Größe dazu verwendet wird, den Drucksystemfehler näher zu bestimmen. Beispielsweise kann aus einem Gemischreglerfehler eine Information darüber erhalten werden, ob die Gemischzusammensetzung zu fett (Luftmangel) bzw. zu mager (Luftüberschuss) ist, woraus bei einem Drucksensorfehler ermittelt werden kann, ob der Drucksensor zu große oder zu kleine Druckwerte anzeigt.

Als eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist ein Steuergerät für eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 6 sowie eine Brennkraftmaschine gemäß Anspruch 7 vorgeschlagen.

Von besonderer Bedeutung ist die Realisierung des erfindungsgemäßen Verfahrens in der Form eines Computerprogramms, das für ein Steuergerät einer

Brennkraftmaschine vorgesehen ist. Dabei ist das Computerprogramm insbesondere auf einem Mikroprozessor ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In diesem Fall wird also die Erfindung
5 durch das Computerprogramm realisiert, so dass dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist. Das Computerprogramm kann auf einem elektrischen Speichermedium abgespeichert sein,
10 beispielsweise auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory.

Als noch eine weitere Lösung der Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens bei einer Brennkraftmaschine mit

15 Direkteinspritzung vorgeschlagen. Hierbei erfasst der Drucksensor den Kraftstoffdruck in einem Hochdruck-Kraftstoffspeicher, aus dem Kraftstoff von Einspritzventilen direkt in Brennräume der Brennkraftmaschine eingespritzt wird.

20 Alternativ hierzu ist die Verwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch bei Saugrohreinspritzung mit einem bedarfsgeregelten Kraftstoffsystem denkbar, wobei Fehler eines Niederdrucksensors mithilfe einer Niederruckkreisdiagnose und z.B. einer

25 Gemischreglerdiagnose analysiert und/oder plausibilisiert werden.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren
30 der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den

Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Ausführungsbeispiele der Erfindung

5 Figur 1 zeigt ein schematisches Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Brennkraftmaschine, und

Figur 2 zeigt ein Ablaufdiagramm eines erfindungsgemäßen Verfahrens.

10 In der Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 eines Kraftfahrzeugs dargestellt, bei der ein Kolben 2 in einem Zylinder 3 hin- und herbewegbar ist. Der Zylinder 3 ist mit einem Brennraum 4 versehen, der unter anderem durch den Kolben 2, ein Einlassventil 5 und ein Auslassventil 6
15 begrenzt ist. Mit dem Einlassventil 5 ist ein Ansaugrohr 7 und mit dem Auslassventil 6 ist ein Abgasrohr 8 gekoppelt.

Im Bereich des Einlassventils 5 und des Auslassventils 6 ragen ein Einspritzventil 9 und eine Zündkerze 10 in den Brennraum 4. Über das Einspritzventil 9 kann Kraftstoff in
20 den Brennraum 4 eingespritzt werden. Mit der Zündkerze 10 kann der Kraftstoff in dem Brennraum 4 entzündet werden.

In dem Ansaugrohr 7 ist eine drehbare Drosselklappe 11 untergebracht, über die dem Ansaugrohr 7 Luft zuführbar ist. Die Menge der zugeführten Luft ist abhängig von der
25 Winkelstellung der Drosselklappe 11. In dem Abgasrohr 8 ist ein Katalysator 12 untergebracht, der der Reinigung der durch die Verbrennung des Kraftstoffs entstehenden Abgase dient. Zwischen dem Auslassventil 6 und dem Katalysator 12 befindet sich ferner eine Lambdasonde 18 in dem Abgasrohr
30 8, deren Meßsignal einen Rückschluss auf ein auch als Luftzahl Lambda bezeichnetes Verhältnis aus Luftmasse und

Kraftstoffmasse in dem Abgasrohr 8 ermöglicht.

Das Einspritzventil 9 ist über eine Druckleitung mit einem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. In entsprechender Weise sind auch die Einspritzventile der anderen Zylinder der Brennkraftmaschine 1 mit dem Kraftstoffspeicher 13 verbunden. Der Kraftstoffspeicher 13 wird über eine Zuführleitung mit Kraftstoff versorgt. Hierzu ist eine Kraftstoffpumpe vorgesehen, die dazu geeignet ist, den erwünschten Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 aufzubauen.

Weiterhin ist an dem Kraftstoffspeicher 13 ein Drucksensor 14 angeordnet, mit dem der Druck in dem Kraftstoffspeicher 13 messbar ist. Bei diesem Druck handelt es sich um denjenigen Druck, der auf den Kraftstoff ausgeübt wird, und mit dem deshalb der Kraftstoff über das Einspritzventil 9 in den Brennraum 3 der Brennkraftmaschine 1 eingespritzt wird.

Im Betrieb der Brennkraftmaschine 1 wird Kraftstoff in den Kraftstoffspeicher 13 gefördert. Dieser Kraftstoff wird über die Einspritzventile 9 der einzelnen Zylinder 3 in die zugehörigen Brennräume 4 eingespritzt. Mit Hilfe der Zündkerzen 10 werden Verbrennungen in den Brennräumen 3 erzeugt, durch die die Kolben 2 in eine Hin- und Herbewegung versetzt werden. Diese Bewegungen werden auf eine nicht-dargestellte Kurbelwelle übertragen und üben auf diese ein Drehmoment aus.

Ein Steuergerät 15 ist von Eingangssignalen 16 beaufschlagt, die mittels Sensoren gemessene Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 darstellen. Beispielsweise ist das Steuergerät 15 mit dem Drucksensor 14, einem Luftmassensensor, der Lambda-Sonde 18, einem Drehzahlsensor und dergleichen verbunden.

Das Steuergerät 15 erzeugt Ausgangssignale 17, mit denen

über Aktoren bzw. Steller das Verhalten der Brennkraftmaschine 1 beeinflusst werden kann. Beispielsweise ist das Steuergerät 15 mit dem Einspritzventil 9 und der Zündkerze 10 und dergleichen
5 verbunden und erzeugt die zu deren Ansteuerung erforderlichen Signale.

Unter anderem ist das Steuergerät 15 dazu vorgesehen, die Betriebsgrößen der Brennkraftmaschine 1 zu steuern und/oder zu regeln. Beispielsweise wird die von dem Einspritzventil
10 9 in den Brennraum 4 eingespritzte Kraftstoffmasse von dem Steuergerät 15 insbesondere im Hinblick auf einen geringen Kraftstoffverbrauch und/oder eine geringe Schadstoffentwicklung gesteuert und/oder geregelt. Zu diesem Zweck ist das Steuergerät 15 mit einem
15 Mikroprozessor versehen, der in einem Speichermedium, insbesondere in einem Flash-Memory ein Computerprogramm abgespeichert hat, das dazu geeignet ist, die genannte Steuerung und/oder Regelung durchzuführen.

In dem Steuergerät 15 ist ferner ein erstes Diagnosesystem
20 14' enthalten, das dazu vorgesehen ist, Fehler des im wesentlichen aus Kraftstoffspeicher 13 und Drucksensor 14 bestehenden Hochdruck-Kraftstoffsystems festzustellen. Solche auch als Drucksystemfehler bezeichneten Fehler bestehen beispielsweise darin, dass der vom Drucksensor 14
25 gemessene Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher 13 oder auch bereits eine z.B. zur Ansteuerung der Kraftstoffpumpe oder eines vergleichbaren Druckstellglieds verwendete Ansteuergröße, zu stark von einem Vorsteuerwert des Kraftstoffdrucks abweicht, oder dass ein Druckregler der
30 Brennkraftmaschine 1 einen bestimmten Solldruck gar nicht mehr einstellen kann.

Darüber hinaus ist ein zweites Diagnosesystem 18' der Brennkraftmaschine 1 vorhanden, das einem Gemischregler

(nicht gezeigt) zugeordnet ist und beispielsweise einen Gemischreglerfehler feststellt. Der Gemischreglerfehler gibt im vorliegenden Fall an, dass und wie weit eine vom Gemischregler ausgegebene Ansteuergröße von einer
5 entsprechenden Vorsteuergröße abweicht oder dass und wie weit ein mithilfe der Lambdasonde 18 ermittelter Lambda-Istwert von einem Lambda-Sollwert abweicht, der durch den Gemischregler vorgegeben ist.

10 Anhand von Figur 2 wird nachfolgend beschrieben, wie ein bei der Brennkraftmaschine 1 aus Figur 1 auftretender Fehler im Drucksystem analysiert bzw. ein Fehler des Drucksensors 14 selbst plausibilisiert wird.

15 In Schritt 100 wird zunächst getestet, ob von dem ersten Diagnosesystem 14' ein Fehler im Drucksystem festgestellt wird. Wenn dies nicht der Fall ist, wird direkt zum Ende verzweigt und das Verfahren ggf. erneut ausgeführt.

20 Andernfalls, d.h. bei einem Fehler im Drucksystem, erfolgt in Schritt 110 aus Figur 2 eine Überprüfung, ob das Diagnosesystem 18' des Gemischreglers einen Gemischreglerfehler feststellt. Wenn ein Gemischreglerfehler festgestellt ist, wird hieraus in Schritt 120 auf einen Fehler des Drucksensors 14 geschlossen.

25 Daraufhin wird in Schritt 130 der Drucksensorfehler näher bestimmt. Hierzu wird die Abweichung des Lambda-Sollwerts vom Lambda-Istwert oder die Abweichung der vom Gemischregler ausgegebenen Ansteuergröße von der entsprechenden Vorsteuergröße aus dem Gemischreglerfehler herangezogen.

30 Wenn der Drucksensor 14 beispielsweise einen Kraftstoffdruck anzeigt, der geringer ist als der tatsächliche Kraftstoffdruck im Kraftstoffspeicher 13, wird

auf der Basis dieses falschen Druckwertes z.B. eine zu lange Einspritzzeit ermittelt, sodass zuviel Kraftstoff in die Brennräume 4 der Brennkraftmaschine eingespritzt wird und - verglichen mit der Vorgabe des Gemischreglers - ein zu fettes Gemisch entsteht, d.h. der Lambda-Istwert ist kleiner als der Lambda-Sollwert.

Aus dieser Abweichung zwischen dem Lambda-Istwert und dem Lambda-Sollwert wird darauf geschlossen, dass der Drucksensor zu kleine Druckwerte anzeigt. Dementsprechend wird im Schritt 140 ein Drucksensorfehler in einen Fehlerspeicher (nicht gezeigt) des Steuergeräts eingetragen, wobei der Drucksensorfehler auch die Information darüber enthält, dass der Drucksensor 14 zu kleine Werte anzeigt.

Auch aus der Abweichung der vom Gemischregler ausgegebenen Ansteuergröße von der entsprechenden Vorsteuergröße kann auf den vorstehend genannten Drucksensorfehler geschlossen werden, wenn z.B. der Gemischregler das Luft-/Kraftstoff-Gemisch dauernd abmagern muss, d.h. wenn der gemäß der entsprechenden Vorsteuergröße vorgegebene Kraftstoffanteil reduziert werden muss, um den Lambda-Sollwert zu erreichen.

Der Mechanismus aus Schritt 130 ist auch dann anwendbar, wenn der Drucksensor 14 zu große Druckwerte anzeigt. In diesem Fall wird bei einem Fehlereintrag in den Fehlerspeicher analog auch die Information abgelegt, dass der Drucksensor zu große Druckwerte anzeigt.

Des weiteren kann die im Schritt 130 ermittelte Abweichung zwischen dem Lambda-Istwert und dem Lambda-Sollwert zur Korrektur der Gemischbildung für den weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine 1 verwendet werden.

Wenn das Diagnosesystem 14' einen Fehler im Drucksystem feststellt und die Abfrage in Schritt 110 gleichzeitig

ergibt, dass das Diagnosesystem 18' des Gemischreglers keinen Gemischreglerfehler feststellt, wird in Schritt 150 darauf geschlossen, dass kein Fehler des Drucksensors 14 vorliegt. In diesem Fall wird kein Drucksensorfehler in den
5 Fehlerspeicher eingetragen.

Eine andere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens kommt bei einer Brennkraftmaschine mit Saugrohreinspritzung (nicht gezeigt) zum Einsatz, die eine bedarfsgeregelte Kraftstoffpumpe und einen
10 Niederdrucksensor zur Erfassung des Kraftstoffdrucks aufweist. Analog zu dem anhand von Figur 2 beschriebenen Verfahren wird beim Auftreten eines Fehlers in dem Niederdruck-Kraftstoffsystem ebenfalls ein
15 Niederdrucksensors zu plausibilisieren.

5 14.10.2002
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine (1),
bei dem von einem ersten Diagnosesystem (14') der
Brennkraftmaschine (1) ein Fehler eines Drucksystems mit
einem Drucksensor (14), insbesondere eines Hochdruck-
15 Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine (1) festgestellt
wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** infolge eines durch das
erste Diagnosesystem (14') festgestellten
Drucksystemfehlers mindestens ein weiteres Diagnosesystem
(18') der Brennkraftmaschine (1) auf einen zweiten Fehler
20 überprüft (110) wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass das weitere Diagnosesystem (18') ein Diagnosesystem
(18') eines Gemischreglers der Brennkraftmaschine (1) ist,
und dass der zweite Fehler ein Gemischreglerfehler ist.

25 3. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Drucksystemfehler
und gleichzeitiger Abwesenheit des zweiten Fehlers nicht
auf einen Drucksensorfehler geschlossen (150) wird.

30 4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass bei einem Drucksystemfehler
und gleichzeitiger Anwesenheit des zweiten Fehlers auf
einen Drucksensorfehler geschlossen (120) wird.

5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine mit dem zweiten Fehler korrespondierende Größe dazu verwendet wird, den Drucksystemfehler näher zu bestimmen (130).

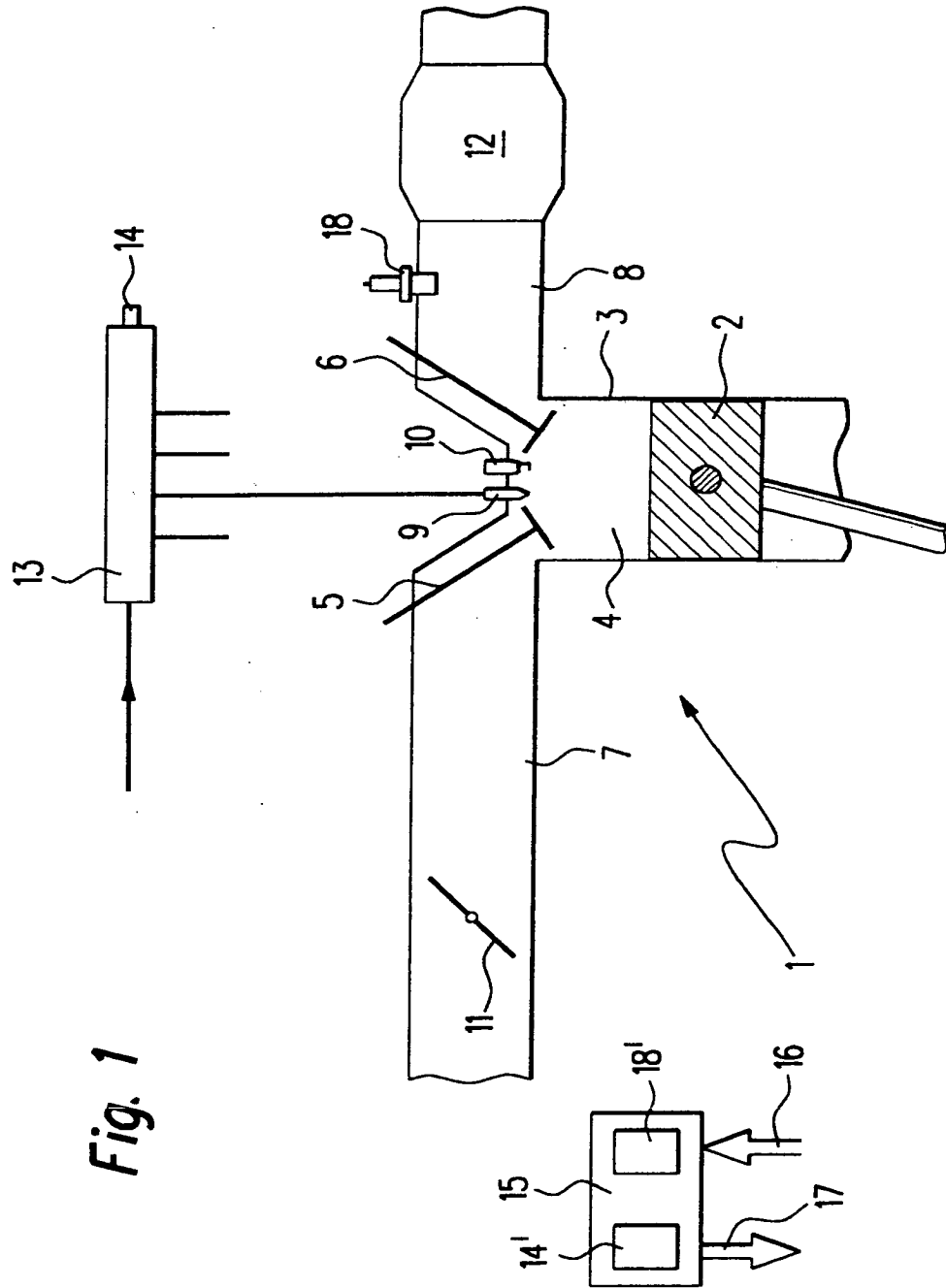
5 6. Steuergerät (15) für eine Brennkraftmaschine (1), bei der von einem ersten Diagnosesystem (14') der Brennkraftmaschine (1) ein Fehler eines Drucksystems mit einem Drucksensor (14), insbesondere eines Hochdruck-Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine (1) festgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem durch das
10 erste Diagnosesystem (14') festgestellten Drucksystemfehler mindestens ein weiteres Diagnosesystem (18') der Brennkraftmaschine (1) auf einen zweiten Fehler überprüfbar ist.

15 7. Brennkraftmaschine (1), bei der von einem ersten Diagnosesystem (14') der Brennkraftmaschine (1) ein Fehler eines Drucksystems mit einem Drucksensor (14), insbesondere eines Hochdruck-Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine (1) festgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei
20 einem durch das erste Diagnosesystem (14') festgestellten Drucksystemfehler mindestens ein weiteres Diagnosesystem (18') der Brennkraftmaschine (1) auf einen zweiten Fehler überprüfbar ist.

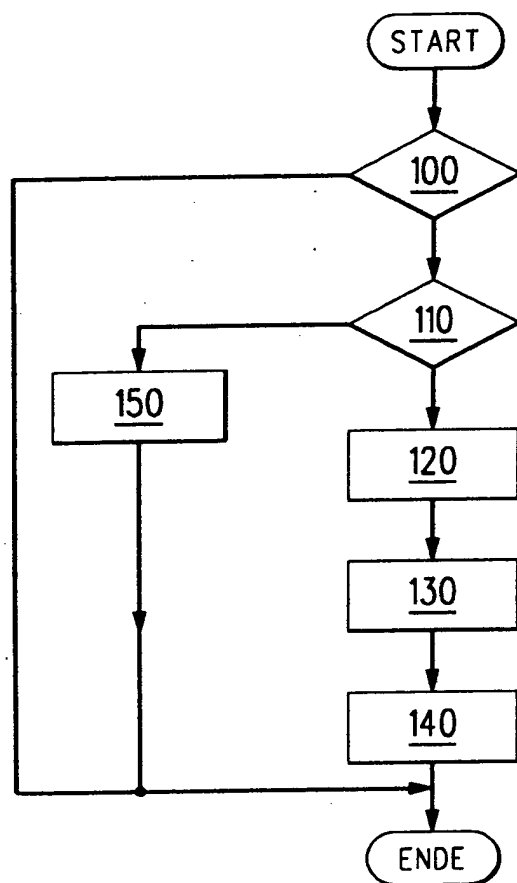
25 8. Computerprogramm für ein Steuergerät (15) einer Brennkraftmaschine (1), bei der von einem ersten Diagnosesystem (14') der Brennkraftmaschine (1) ein Fehler eines Drucksystems mit einem Drucksensor (14), insbesondere eines Hochdruck-Kraftstoffsystems, der Brennkraftmaschine (1) festgestellt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das
30 Computerprogramm zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 geeignet ist.

9. Computerprogramm nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem elektrischen Speichermedium, insbesondere auf einem Flash-Memory oder einem Read-Only-Memory abgespeichert ist.
- 5 10. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 5 bei einer Brennkraftmaschine (1) mit Direkteinspritzung.

1 / 2



2 / 2

*Fig. 2*

5 14.10.2002
Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren zum Betreiben einer Brennkraftmaschine,
Brennkraftmaschine sowie Steuergerät hierfür

15

Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum
Betreiben einer Brennkraftmaschine (1), bei dem von einem
20 ersten Diagnosesystem (14') der Brennkraftmaschine (1) ein
Fehler eines Drucksystems mit einem Drucksensor (14),
insbesondere eines Hochdruck-Kraftstoffsystems, der
Brennkraftmaschine (1) festgestellt wird.

Zur Plausibilisierung eines durch das erste Diagnosesystem
25 (14') festgestellten Drucksystemfehlers wird mindestens ein
weiteres Diagnosesystem (18') der Brennkraftmaschine (1)
auf einen zweiten Fehler überprüft. Figur 2

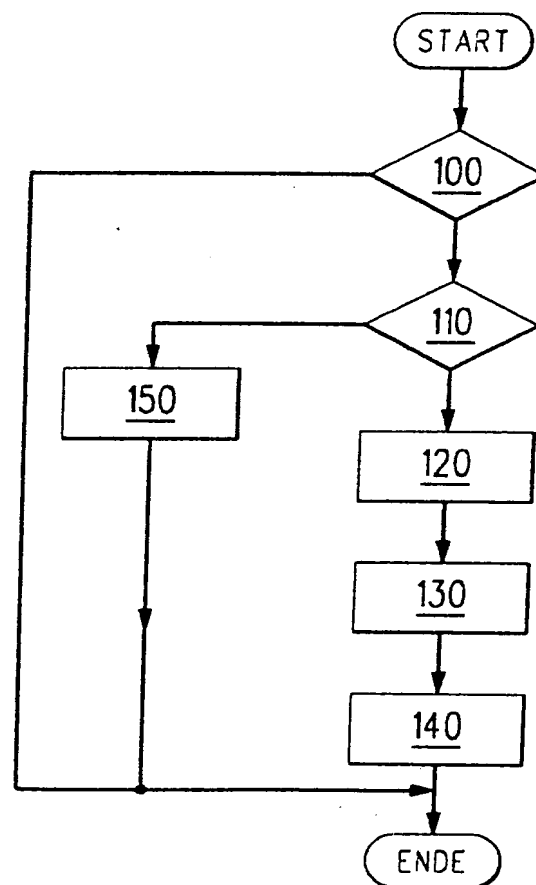
[illegible]

Fig. 2